

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hirotaka HIGASHIMORI, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: MIXED FLOW TURBINE AND MIXED FLOW TURBINE ROTOR BLADE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. _____ Date Filed _____

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

Japan

APPLICATION NUMBER

2002-253851

MONTH/DAY/YEAR

August 30, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and

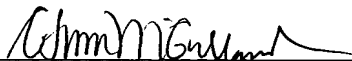
☐ (B) Application Serial No.(s) _____

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


C. Irvin McClelland

Registration No. 21,124



22850

841
US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-253851

[ST.10/C]:

[JP2002-253851]

出 願 人

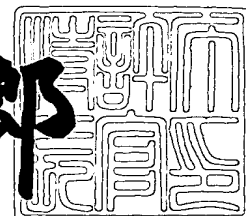
Applicant(s):

三菱重工業株式会社

2003年 1月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3003384

【書類名】 特許願

【整理番号】 200103569

【提出日】 平成14年 8月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F01D 5/14

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

【氏名】 東森 弘高

【発明者】

【住所又は居所】 長崎県長崎市深堀町五丁目 7 1 7 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

【氏名】 横山 隆雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県相模原市田名 3 0 0 0 番地 三菱重工業株式会社汎用機・特車事業本部内

【氏名】 御子神 隆

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県相模原市田名 3 0 0 0 番地 三菱重工業株式会社汎用機・特車事業本部内

【氏名】 吉田 史郎

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102864

【弁理士】

【氏名又は名称】 工藤 実

【選任した代理人】

【識別番号】 100099553

【弁理士】

【氏名又は名称】 大村 雅生

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053213

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9807956

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 斜流タービン、及び、斜流タービン動翼

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ハブ軸と、

前記ハブ軸の周囲に配列されて前記ハブ軸に配置される複数の動翼と、
ケーシングとを具え、

前記動翼の回転領域には相対的に概ね半径方向に動作流体が導入され、
前記動翼は、

上流側に位置する入口側端縁と、

下流側に位置する出口側端縁と、

半径方向外側に位置する外側端縁と、

半径方向内側に位置する内側端縁とを有し、

前記内側端縁は前記ハブ軸に固着され、

前記内側端縁と前記入口側端縁との第 1 交叉点の半径方向距離が R_H で表され

、前記外側端縁と前記入口側端縁との第 2 交叉点の半径方向距離が R_S で表され

、 $R_H < R_S$ であり、前記入口側端縁の形状線は上流側に向かって凸である

斜流タービン。

【請求項 2】 前記入口側端縁の形状線を子午面に回転方向に投影した際にで
きる形状線は高次曲線である

請求項 1 の斜流タービン。

【請求項 3】 入口側端縁が上流側に向かって滑らかに凸に形状化されている
斜流タービン動翼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、斜流タービン、及び、斜流タービン動翼に関する。

【0002】

【従来の技術】

燃焼ガスエネルギーを機械的回転エネルギーに効率的に変換する機械として、

ラジアルタービンが知られている。ラジアルタービンは、図4に示されるように、回転軸に取り付けられている動翼101と、カタツムリ状のスクロール102とから構成され、動翼101には複数の翼103が回転方向に配列されて配置され、スクロール102の内周側端面と翼103の回転領域の外周面との間にノズル104が介設されている。

【0003】

スクロール102からノズル104に流入するガスは、ノズル104により加速されて旋回力を与えられ、半径方向内向きにノズル104から流出する流れである高速旋回流105を形成する。高速旋回流105が持つ旋回エネルギーは、円周方向に配列されている翼103により回転エネルギーとして取り出される。その仕事を与えられた翼103は、エネルギーを失ったガスを軸方向に排出する。図4(b)のI-I線断面を示す図4(a)に見られるように、翼103の断面形状は、一般的には図4(a)に示されるように、翼103の入り口側近傍部位が軸方向に概ね直線に延び、その作用面が回転方向に概ね直交している。翼103は、その入り口側近傍部位から排出側に向かう排出側部位が滑らかに逆回転方向に捻られて形成されている。

【0004】

図5は、このようなラジアルタービンの翼103の翼形状（軸方向視）とその入り口速度三角形の関係を示している。図5に示されるように、翼103の動翼入り口旋回速度は U で表され、絶対速度は C で表され、相対速度は W で表されている。タービン効率は、理論速度比（ $=U/C_0$ ）に対して示される。ここで、 C_0 はタービン入り口温度と圧力比でそのガスが加速される最大流速を示している。タービン効率 η は、図6に示されるように、理論速度比 U/C_0 が0.7の付近で最大になる効率特性を有していて、理論速度比 U/C_0 が0.7より大きい領域と理論速度比 U/C_0 が0.7より小さい領域では、放物線的に低下する傾向を有している。最高効率点近傍Aの速度三角形は、図5に示されるように、 U と C_1 と W_1 とで表されている。翼103に流入するガス流は、最高効率点近傍Aで、半径方向（求心方向）相対流速 W_1 を有し、インシデンスは概ね零である。

【 0 0 0 5 】

このようなタービンがターボチャージャに用いられる場合には、加速のためにエンジンに燃料を増加して供給すれば、タービン入口温度が上昇しノズル出口の絶対流速は、図 5 に C 2 で示されるように増加し、相対流速 W_2 は翼 1 0 3 に対して斜めになり、零ではないインシデンス i_2 が生じる。タービン入口温度の上昇で理論速度 C_0 が上昇し、理論速度比 U/C_0 が B 点まで低下し、インシデンス i_2 の生成によって、タービン効率 η は、図 6 に示されるように、最高効率点 A から低効率点 B まで低下する。タービンの回転数の上昇を期待するために燃料を増加して供給したためにかえってタービン効率が低下して、タービンの加速力を弱くする結果になり加速の応答性能が劣化する。

【 0 0 0 6 】

このようなタービンがガスタービンとして用いられる場合には、タービン入口温度が高いため C_0 が増加し、一方高温化する材料の材料強度の制約が旋回速度 U を制限し、理論速度比 U/C_0 が低下するため、低効率点 B で運転しなければならない。

【 0 0 0 7 】

このような技術的課題を克服するために、斜流タービンの適用が考えられる。図 7 は、公知の斜流タービンを示している。斜流タービンは、その入口ハブ面 1 0 6 と半径方向線との間の翼角度 δ が零でない角度に設定され、その翼角度 δ が $10 \sim 40^\circ$ に設定されることが多い。ラジアルタービンでは、その翼角度 δ は零に設定される。斜流タービンの翼 1 0 3' は、一定半径線 (I - I) で切り取った場合の断面形状が入口近傍を含む全体で曲線 (放物線状) に形成される。

【 0 0 0 8 】

以下に、理論速度比 U/C_0 が低下した B 点での流動課題が、代表的な斜流タービンについて記述される。図 8 は、タービン翼入り口翼角 β_k と流れ角 β の関係を示している。ラジアルタービンの流れ角 β_{107} は、B 点では約 20° で一定である。ラジアルタービンの翼角 β_k_{108} は零で一定である。この例示では、インシデンス i_2 が約 20° であり、このインシデンスのための効率が低下する。一方、斜流タービンの流れ角 β_{109} は、シュラウド側で 20° であるがハ

ブ側で約 40° まで増大する。このような流れ角 β の分布の関係は、図 9 に示されるように、斜流タービンでは、 $R106$ が $R111$ より小さいことに起因している。 $R106$ は、図 7 に示されるように、入口ハブ面 106 と回転軸心線 L との間の距離の回転半径である。 $R111$ は、図 7 に示されるように、シュラウド側の入り口側端点 111 の回転半径である。 $R106$ が $R111$ より小さくなれば、図 9 に回転半径に対応して示されるように、旋回速度 U が低下する。一方で、絶対流速 C の周方向成分は角運動量保存則により半径に逆比例して増加するので、斜流タービンの流れ角 $\beta109$ は、図 8 に示されるように、ハブ側で 40° 前後に増加する。この流れ角の増加によるインシデンスの増加に対処するために、斜流タービンの翼角 $\beta k110$ は、シュラウド側では零に、ハブ側では流れ角とほぼ一致するように約 40° に設定され、インシデンスは $i2113$ で示される程度になる。

【0009】

このように、斜流タービンでは、流れ角 β と翼角 βk とが接近するように設計することが可能であり、ハブ面のインシデンス $i2113$ を零に近づけることができる。斜流タービンは、このような利点を有しているが、ハブとシュラウドの間で流れ角 $\beta109$ が直線的に変化する一方で翼角 $\beta k110$ は放物線的に変化するため、翼高さの中央領域のインシデンス $i2114$ が最大限に増大している。このように流れ角の分布と翼角の分布が異なるために生じるインシデンスの増大によるインシデンス損失は、かえって斜流タービンの損失の増大を招き、その効率が低下する問題点が残存している。

【0010】

低理論速度比 $U/C0$ で運転される斜流タービンの高効率化の技術の確立が求められる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、低理論速度比で高効率に運転されるタービン技術を確立することができる斜流タービン、及び、斜流タービン動翼を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧 () つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の実施の複数の形態又は複数の実施例のうちの少なくとも 1 つの実施の形態又は複数の実施例を構成する技術的事項、特に、その実施の形態又は実施例に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号は、請求項記載の技術的事項と実施の形態又は実施例の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態又は実施例の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【0013】

本発明による斜流タービンは、図 1 に示されるように、ハブ軸 (4) と、ハブ軸 (4) の周囲に配列されてハブ軸 (4) に配置される複数の動翼 (5) と、ケーシング (2) とから構成されている。動翼 (5) の回転領域には相対的に概ね半径方向に動作流体が導入され、動翼 (5) は、上流側に位置する入口側端縁 (8) と、下流側に位置する出口側端縁 (9) と、半径方向外側に位置する外側端縁 (7) と、半径方向内側に位置する内側端縁 (6) とを有している。内側端縁 (6) はハブ軸 (4) に固着されている。内側端縁 (6) と入口側端縁 (8) との第 1 交叉点 (12) の半径方向距離が R_H で表され、外側端縁 (7) と入口側端縁 (8) との第 2 交叉点 (13) の半径方向距離が R_S で表されれば、 $R_H < R_S$ であり、入口側端縁 (8) の形状線は上流側に向かって凸に膨らんでいる。ここで、 $R_H < R_S$ の関係を有するものが斜流タービンであり、上流側に向かって凸に膨らんでいることが重要である。

【0014】

入口側端縁 (8) のこのような膨らみは、本発明の斜流タービンのインシデンス損失を公知の斜流タービンのインシデンス損失より小さいインシデンス損失に抑制することができる。

【0015】

入口側端縁 (8) の凸状の形状線は、この形状線の子午面上への投影線で定義

する場合に、放物線のような2次曲線に限られず、図2の流れ角($\beta 15$)の下向きの膨らみを更に大きくする3次又は3次以上の高次である高次曲線であり得る。

【0016】

本発明による斜流タービン動翼は、入口側端縁が上流側に向かって滑らかに凸に形状化されている。理論速度比 $U/C0$ がB点の場合に、本発明を適用した場合の流れ角分布は、後述されるように参照番号15で示される。本発明による斜流タービン動翼は、入口側端縁の翼角分布(16)は、概ね曲線であり、一方、流れ角分布(15)は、従来の斜流タービンの場合には、参照番号109で示されるように概ね直線であるが、本発明を適用した場合には、概ね曲線である。その関係が、図2に具体的に示されている。翼角分布(16)は、ケーシング側で零に漸近し、ハブ側では、流れ角(15)と概ね等しい値を持つように設定される。流れ角分布(15)は、シュラウド側で約 20° であり、ハブ側では約 40° であるが、その分布が下に凸の曲線状になる。その結果特にハブとシュラウドの中央部で翼角分布(16)と流れ角分布(15)は接近し、インシデンスが低減する結果、損失がより軽減される。その結果、B点の理論速度比で効率が向上する。このような斜流タービン動翼は、入口側端縁が上流側に向かって概ね滑らかに凸に形状化されていることにより見ただけで公知の斜流タービン動翼から容易に区別され得る。

【0017】

【発明の実施の形態】

図に対応して、本発明による斜流タービンのタービン動翼の実施の形態は、回転動翼がスクロールとともに設けられている。そのスクロール1は、図1に示されるように、固定ケーシング2に固定されている。その回転動翼3は、ハブ4の周囲でハブ4に配列されて固着されている複数の動翼5とから構成されている。動翼5は、内径側端縁6と、外径側端縁7と、入口側端縁8と、出口側端縁9とを形成している。内径側端縁6はハブ4に固着されハブ面に一致している。

【0018】

外径側端縁7は、固定ケーシング2の内周曲面10に沿って回転する。スクロ

ール 1 と回転する動翼 5 の回転領域との間にノズル 1 1 が介設されている。ノズル 1 1 は、スクロール 1 から供給される流体（例示：高温燃焼ガス流体）に図 5 に示される既述の速度三角形に示される絶対速度を流体に付与して、その流体を動翼 5 の回転領域に射出する。

【 0 0 1 9 】

入口側端縁 8 は、ハブ側端点 1 2 で回転半径 $R_H = R_{12}$ を有し、ケーシング側端点 1 3 で半径 $R_S = R_{13}$ を有し、入口側端縁 8 の中央領域で半径 $R_M = R_{123}$ を有する。ケーシング側端点 1 3 は、ハブ側端点 1 2 に対して軸方向に下流側に位置し、特に、半径方向外側に位置し、下記大小関係を有する。

$$R_S > R_M > R_H$$

また、

$$R_S < R_M > R_H, R_S > R_H$$

に設定することにより、 ΔI_n を更に増加し、 I_{na} を更に低下するように設定することができる。

【 0 0 2 0 】

動翼 5 の子午面形状は、図 1 (b) に示されるように、上流側（入口側）から下流側（出口側）にかけて半径内向きから軸方向に延びている。動翼 5 は、図 1 (a) に示されるように、円周方向（回転方向）に凸になる放物線状の形状を有している。

【 0 0 2 1 】

ハブ側端点 1 2 とケーシング側端点 1 3 とを結ぶ入口側端縁 8 は、曲線で形成されている。入口側端縁 8 は、上流側に向かってその全領域で凸状に膨れていて、2 次曲線（例示：放物線）が好適に例示される。その形状線は、3 次又は 4 次以上の高次曲線であり得る。従来 of 公知の斜流タービンの動翼の入口側端縁は、積極的に直線的に形成されている。

【 0 0 2 2 】

このように上流側に向かって凸に膨らむ入口側端縁 8 が与えられることにより、図 2 に示されるように、動作点が理論速度比 B 点の場合の入口側端縁の流れ角 β_{15} に、下記の特徴が付加される。

【 0 0 2 3 】

本発明による斜流タービンのハブ側とシュラウド側の流れ角 $\beta 15$ は、ともに、公知の斜流タービンの流れ角 $\beta 109$ に概ね等しいが、公知の斜流タービンの流れ角 $\beta 109$ がハブ側からシュラウド側に直線的に減少して変化することに対して、本発明による斜流タービンの流れ角 $\beta 15$ は、公知の斜流タービンの流れ角 $\beta 109$ に対して小さくなる方向に凸に膨らんで曲線的に減少して変化する特徴が与えられる。

【 0 0 2 4 】

本発明による斜流タービンのインシデンス $I n a$ は、公知の斜流タービンの図 8 のインシデンス $I n b$ に対して、次式で示されるように小さくなっている。

$$I n a = I n b - \Delta I n$$

$\Delta I n = (\text{公知の斜流タービンの流れ角} - \text{本発明の斜流タービンの流れ角})$

【 0 0 2 5 】

本発明の斜流タービンのインシデンスは、公知のラジアルタービンに対して改良が進んでいる公知の斜流タービンに対して更に小さくなっている。このようなインシデンスの改善により、図 3 に示されるように、本発明による斜流タービンの最高効率点の理論速度比 $U/C0$ は、公知の斜流タービンの最高効率点の理論速度比 $U/C0$ より低下しており、本発明による斜流タービンは低い理論速度比の点 B で従来に比べ高い効率点 B' で運転される。

【 0 0 2 6 】

【発明の効果】

本発明による斜流タービン、及び、斜流タービン動翼は、インシデンスロスの低減により斜流タービン効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 (a), (b), (c) は、本発明による斜流タービンの実施の形態を示す平面断面図、正面断面図、側面断面図である。

【図 2】

図 2 は、本発明によるインシデンス分布を示すグラフである。

【図 3】

図 3 は、本発明による斜流タービンのタービン効率を示すグラフである。

【図 4】

図 4 (a), (b) は、公知の動翼とその形状を示す平面断面図、正面断面図である。

【図 5】

図 5 は、速度三角図を示す正面図である。

【図 6】

図 6 公知のタービン効率を示すグラフである。

【図 7】

図 7 (a), (b), (c) は、公知の動翼とその形状と回転半径を示す平面断面図、正面断面図、側面断面図である。

【図 8】

図 8 は、公知の動翼のインシデンス分布を示すグラフである。

【図 9】

図 9 は、公知の動翼の各部の回転半径を示す側面断面図である。

【符号の説明】

2 … ケーシング

4 … ハブ軸

5 … 動翼

6 … 内側端縁

7 … 外側端縁

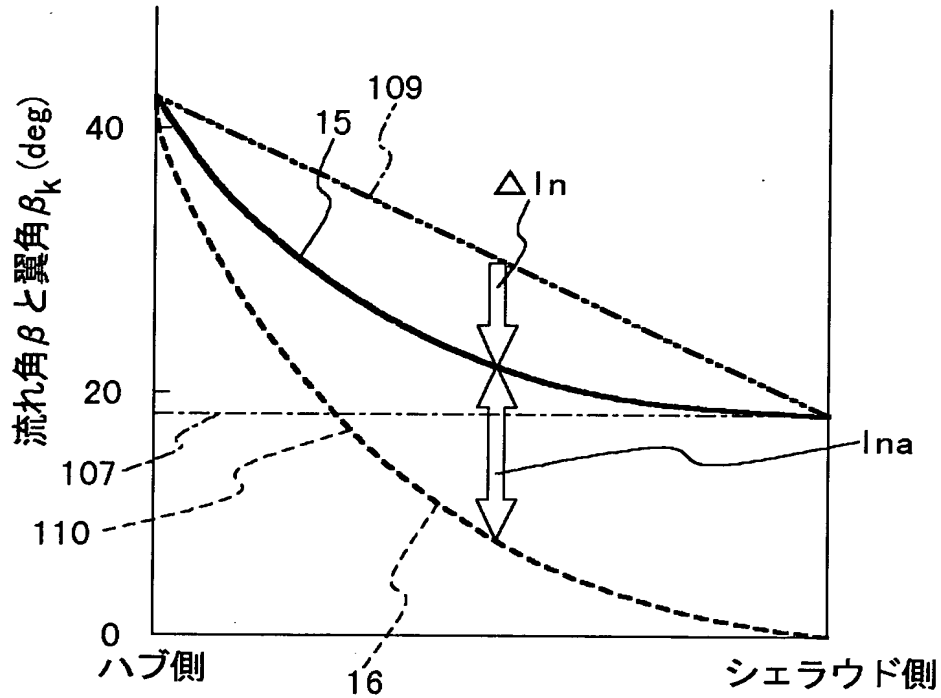
8 … 入口側端縁

9 … 出口側端縁

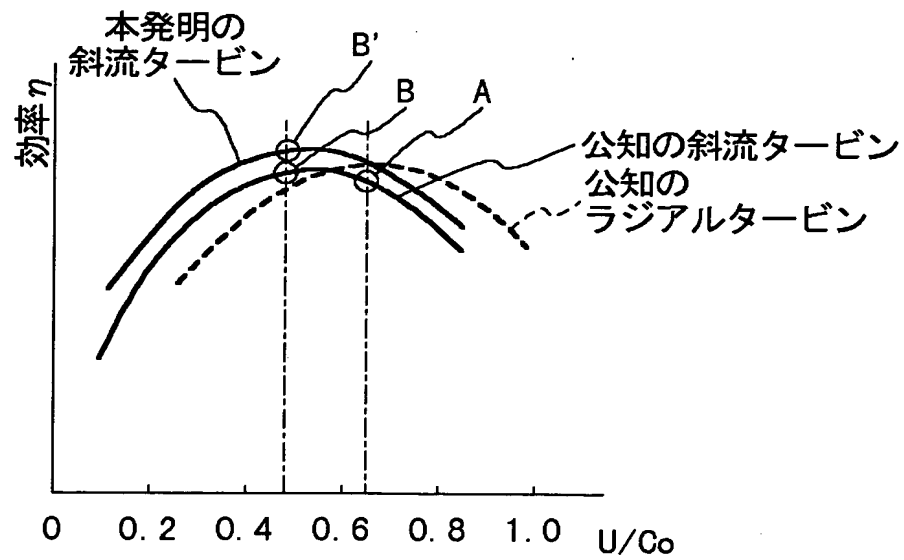
1 2 … 第 1 交叉点領域

1 3 … 第 2 交叉点領域

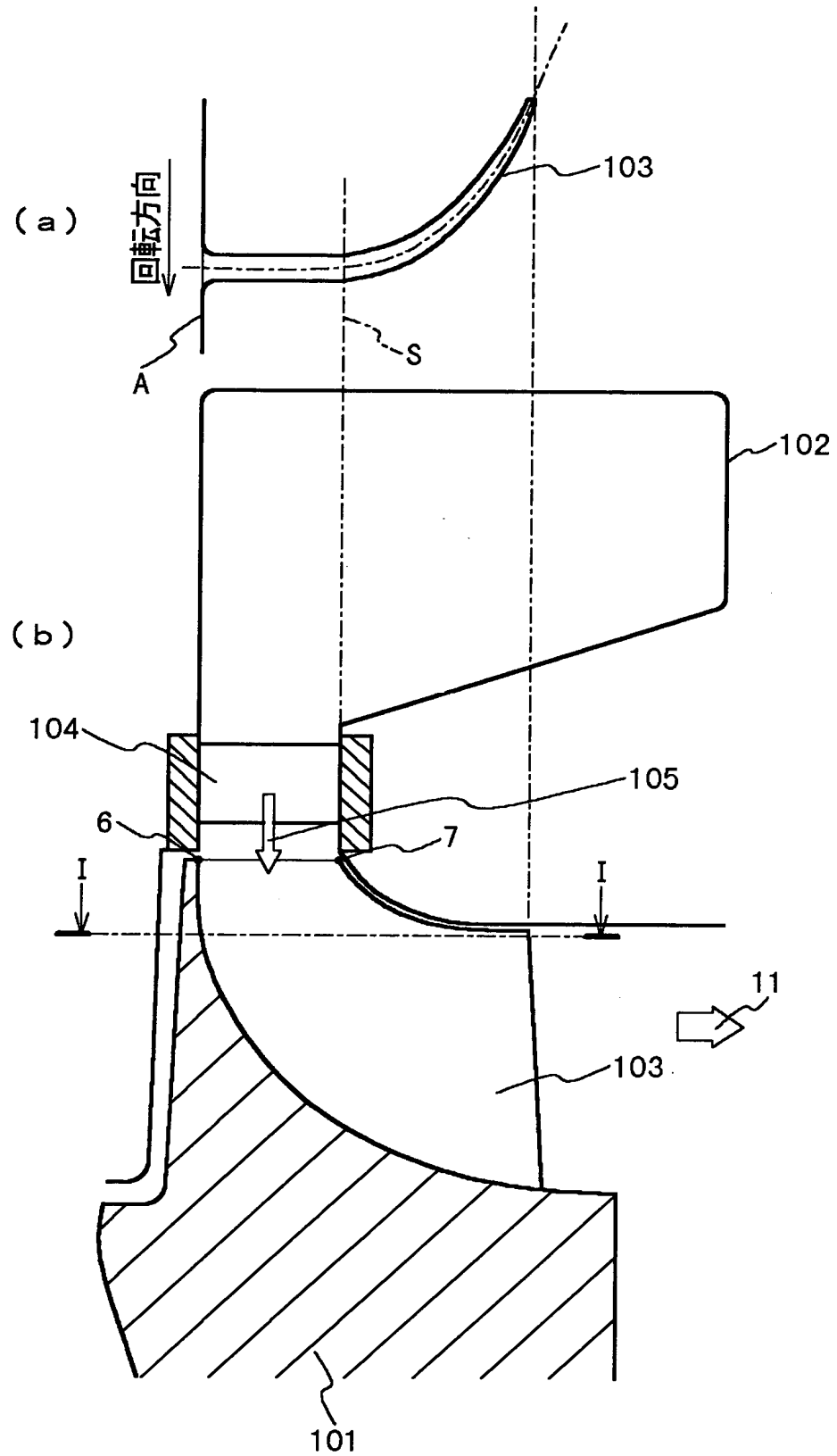
【図 2】



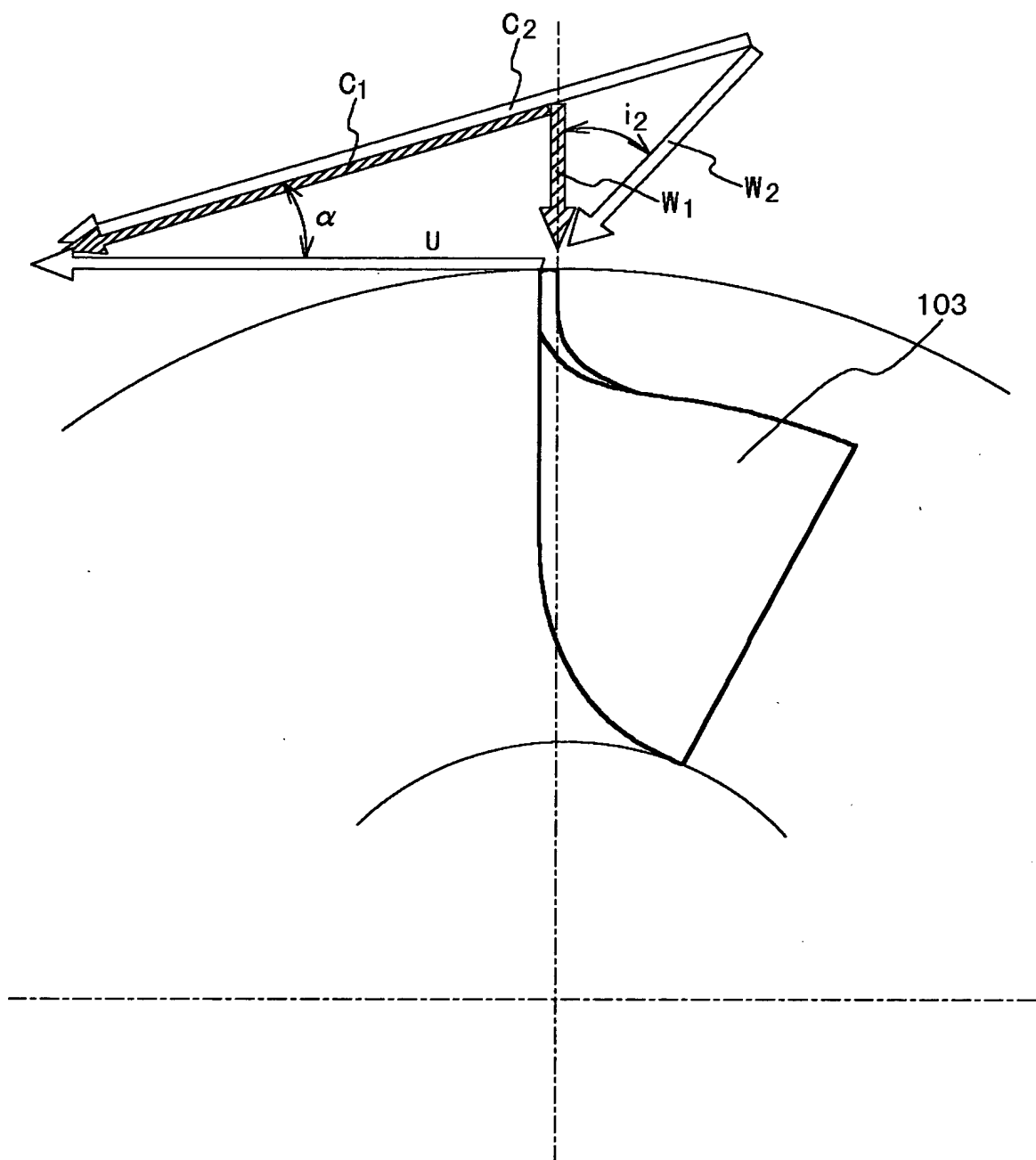
【図 3】



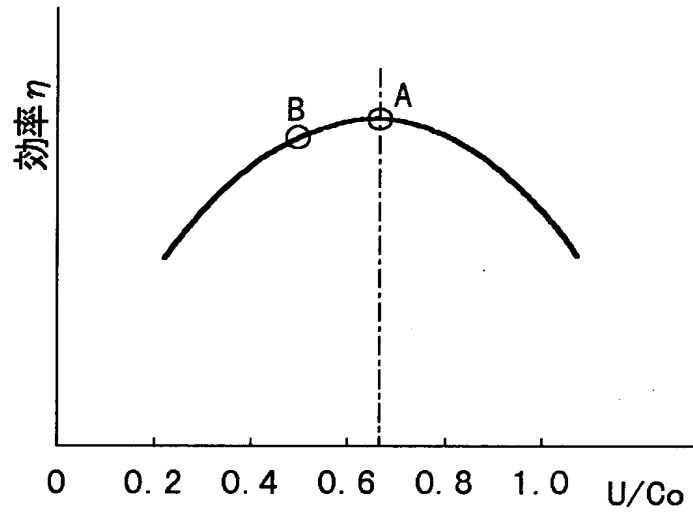
【図 4】



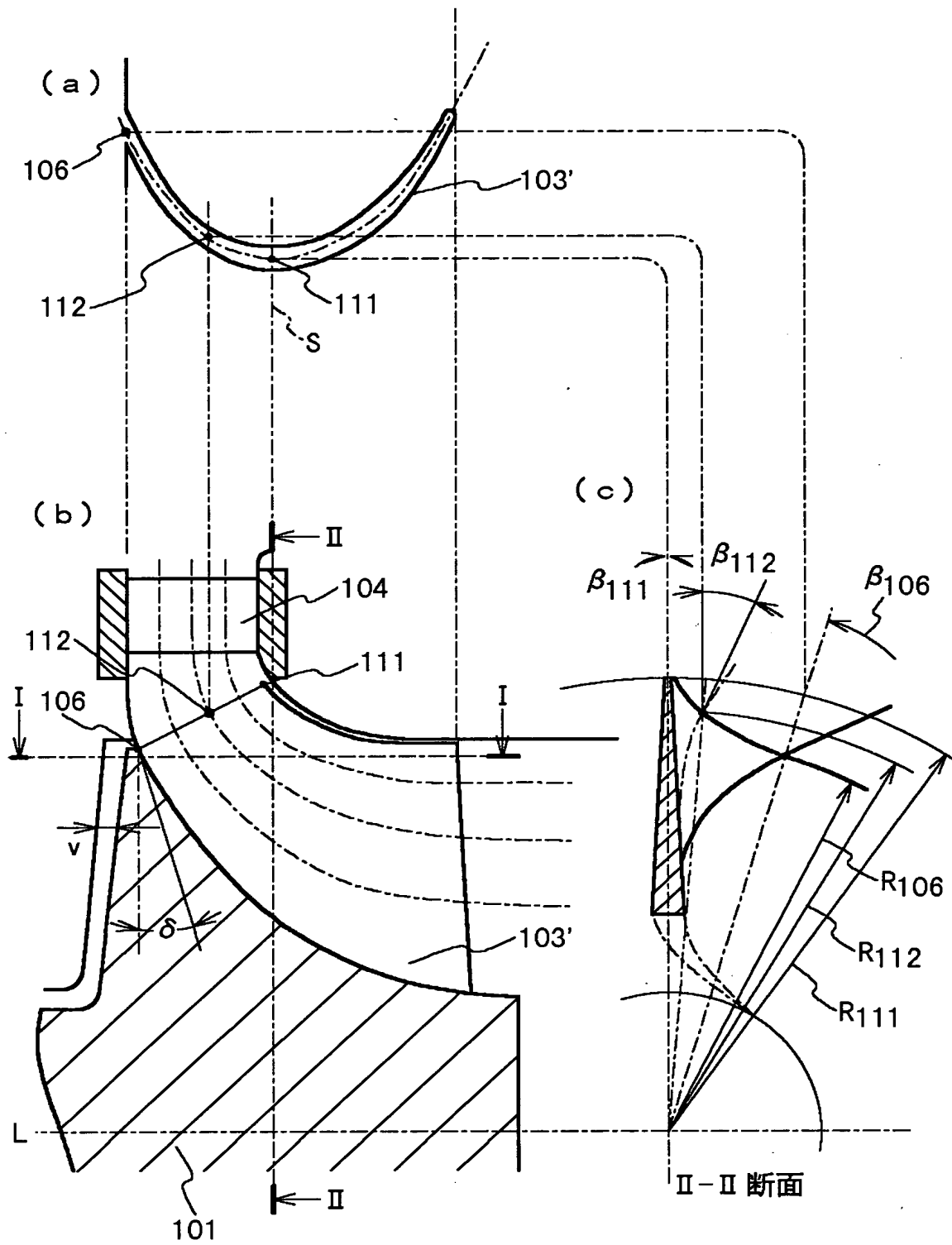
【図 5】



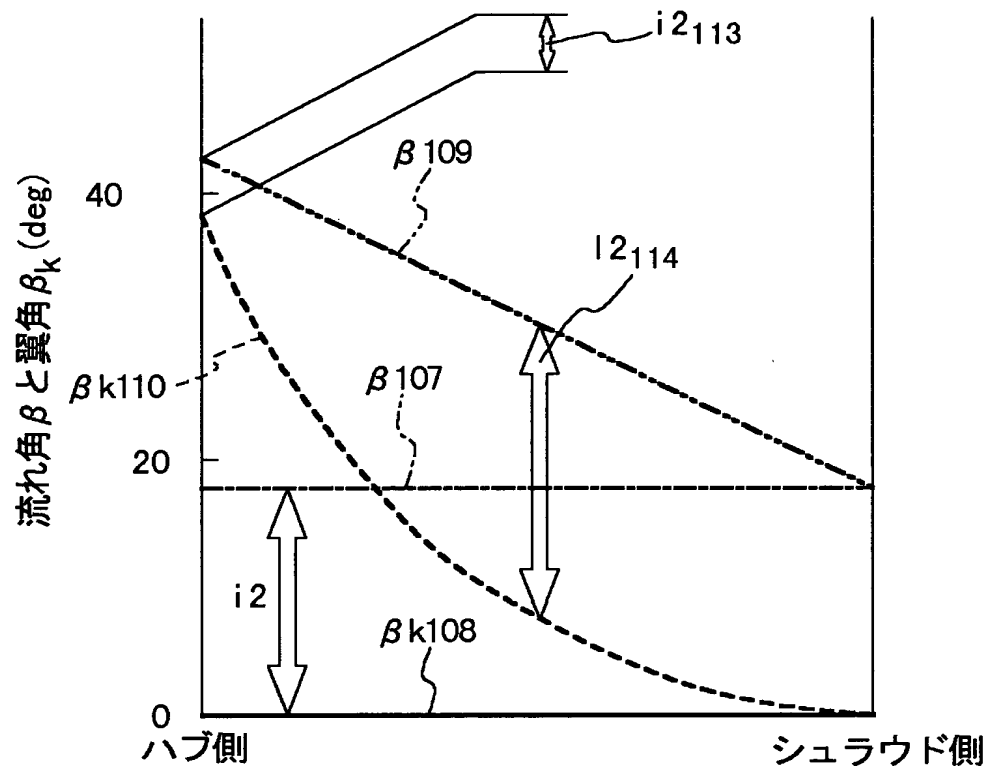
【图 6】



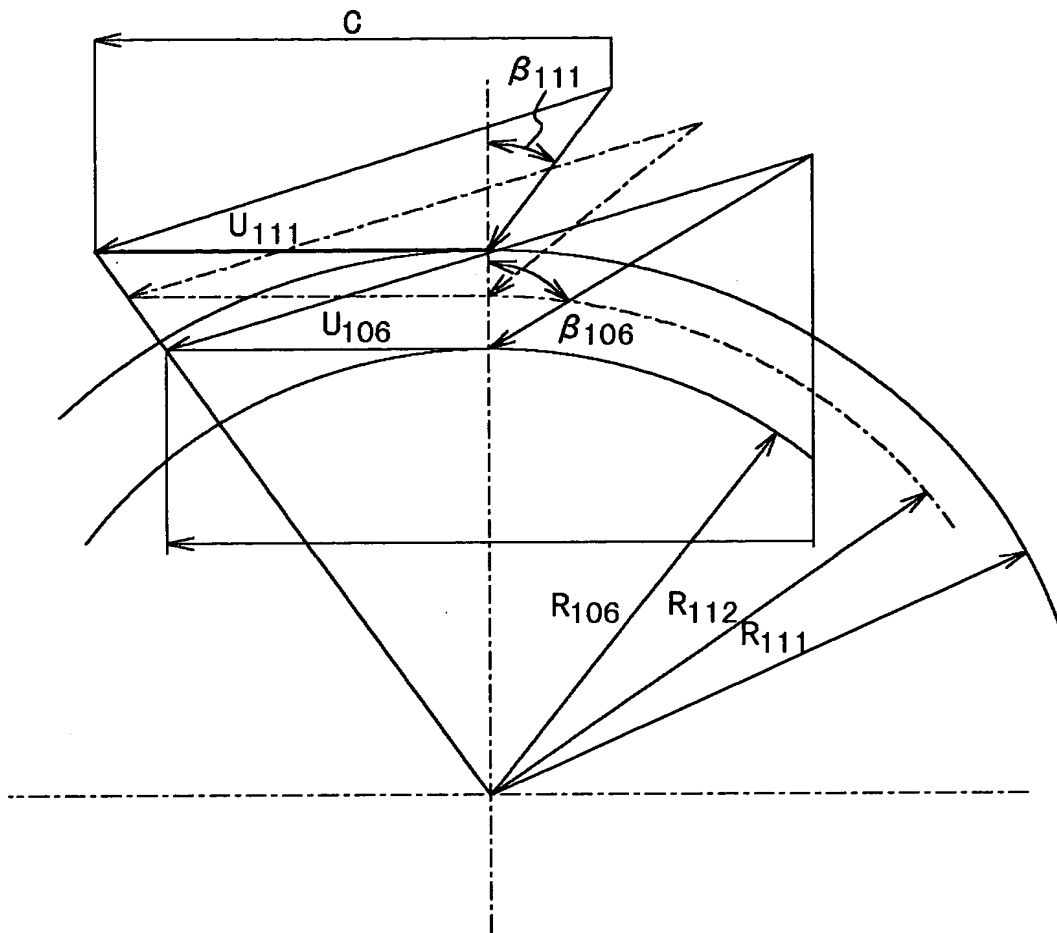
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インシデンスロス低減による斜流タービン効率の向上。

【解決手段】 ハブ軸に配置される動翼 5 は、上流側に位置する入口側端縁 8 と、下流側に位置する出口側端縁 9 と、半径方向外側に位置する外側端縁 7 と、半径方向内側に位置する内側端縁 6 とを有している。内側端縁 6 はハブ軸 4 に固着されている。内側端縁 6 と入口側端縁 8 との第 1 交叉点領域 1 2 の半径方向距離が RH で表され、外側端縁 7 と入口側端縁 8 との第 2 交叉点領域 1 3 の半径方向距離が RS で表されれば、 $RH < RS$ であり、入口側端縁 8 の形状線は上流側に向かって凸に膨らんでいる。入口側端縁 8 のこのような膨らみは、斜流タービンのインシデンス損失を公知の斜流タービンのインシデンス損失より小さいインシデンス損失に抑制して、斜流タービンの効率の向上を実現することができる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006208]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
氏 名	三菱重工業株式会社